COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 23 OCTOBRE 1893,

PRÉSIDENCE DE M. DE LACAZE-DUTHIERS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Tisserand**, en présentant à l'Académie le Tome III de son « Traité de Mécanique céleste », s'exprime en ces termes :

« Dans le cadre que je m'étais tracé primitivement, ce Traité devait comprendre trois Volumes; mais, après la publication des deux premiers, il restait encore tant de sujets importants que la nécessité d'un quatrième Volume apparut avec évidence.

» Dans ces conditions, j'ai pensé qu'il valait mieux consacrer le Tome III uniquement à la Théorie de la Lune. Aucun problème de Philosophie naturelle n'a provoqué autant d'efforts depuis deux siècles. Les

noms des plus grands géomètres et astronomes y sont attachés pour toujours : Newton, Clairaut, d'Alembert, Euler, Laplace, Damoiseau, Plana, Poisson, Lubbock, de Pontécoulant, Hansen, Delaunay, Newcomb, Gyldén, Hill, Adams, ...

» J'ai voulu donner un Tableau de toutes ces recherches, cherchant à rester clair, malgré la concision qui m'était imposée. Il n'est pas inutile de rappeler les travaux anciens, quand ils émanent d'hommes de génie ; plus d'une tentative récente vient se souder aux essais antérieurs, et se trouve ainsi mieux mise en lumière.

» Après tant d'efforts consacrés à la solution pratique d'un cas spécial du Problème des trois corps, cette solution laisse malheureusement encore quelque chose à désirer. Déjà, à l'époque de Clairaut, la gravitation paraissait impuissante à expliquer le mouvement du périgée. Elle triomphera encore du dernier obstacle qui subsiste aujourd'hui, mais il reste à faire une belle découverte.

» Il ne faudrait pas toutefois s'exagérer l'importance du désaccord final entre la théorie et l'observation. Il consiste simplement en ce que, dans l'intervalle de deux siècles environ, la Lune s'écarte progressivement de la position calculée, sans que la différence dépasse une seconde de temps.

» Je tiens à exprimer ici mes remerciements à notre Confrère M. Callandreau et à M. Radau qui m'ont prêté leur précieux concours (le Chapitre XVIII est la reproduction presque textuelle d'un beau Mémoire de M. Radau), et aux éditeurs, MM. Gauthier-Villars et fils, qui ont donné tous leurs soins à l'exécution typographique de ce Volume. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (1893, *octobre* 16), *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet *et* L. Picard. Note de M. G. Rayet.

Comète Brooks (1893, octobre 16).

Dates 1893.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Oct. 19.....	16.56. 7,0	12.25.19,98	$-\bar{1},640$	75.15.34,4	$-0,766$	1	L. Picart
20.....	16.42.23,6	12.26.36,87	$-\bar{1},640$	74.34.55,1	$-0,771$	2	G. Rayet

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1893,0.

Étoiles.	Catalogues et autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1....	Observations de Bonn, t. VI + 15° nº 2467	12.22.18,95	+0,98	75. 9.12,1	+9,18
2...	Weisse$_2$, H. XII, nºs 471, 472, 473, 474	12.24.23,05	+0,99	74.44.33,6	+9,48

» La comète offre l'apparence d'une nébulosité d'environ 3′ de diamètre, avec noyau de 9e grandeur, prolongée par une queue qui atteint 20′ de longueur et dont les bords sont sensiblement plus brillants que le centre. Cette dernière apparence est surtout visible sur une photographie obtenue le 20, au matin, par M. F. Courty; la pose a été de trente-trois minutes.

» A l'aide de l'observation faite le 17 à Hambourg et des deux observations précédentes de Bordeaux, M. F. Kromm, calculateur à l'observatoire, a obtenu pour la comète de Brooks les éléments paraboliques et l'éphéméride suivante :

Éléments de la comète de Brooks (1893, *octobre* 16).

T...........	Octobre 8,4522. Temps moyen de Paris.	
	° ′ ″	
☊..........	178.49. 9	Équinoxe moyen de 1893,0
i...........	135.14.10	Équinoxe moyen de 1893,0
ω...........	24.59.16	Équinoxe moyen de 1893,0
log$q$........	$\bar{1}$,9453	

Éphéméride de la comète de Brooks pour minuit, temps moyen de Paris.

Date.	Ascension droite.	Déclinaison.	Log Δ.	Log r.
	h m s	° ′		
1893. Octobre 20.....	12.26.23	+15.16,6	0,1985	$\bar{1}$,9584
» 22.....	29.18	16.39,6		
» 24.....	32.14	18. 6,2	0,1776	$\bar{1}$,9680
» 26.....	35.29	19.36,9		
» 28.....	38.59	21.12,0	0,1547	$\bar{1}$,9796
» 30.....	42.47	22.51,9		
1893. Novembre 1.....	46.55	24.36,9	0,1301	$\bar{1}$,9928

M. G. Rayet fait hommage à l'Académie d'une Notice qu'il vient de publier sur la vie et les travaux de *J.-J.-B. Abria*, Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les mouvements de la surface du cœur.* Note de M. Potain.

« L'étude des mouvements de la surface du cœur semblait n'avoir plus aucun intérêt, depuis que les méthodes de Chauveau et Marey avaient permis d'explorer les fonctions de cet organe dans ses cavités mêmes. L'auteur a été conduit cependant à reprendre cette étude, pour en obtenir l'interprétation des bruits cardiopulmonaires que la clinique lui avait fait connaître; bruits qui résultent des mouvements communiqués au poumon par le cœur, et des phénomènes inspiratoires localisés que ces mouvements produisent.

» Les mouvements de la surface du cœur ont été explorés, avec le concours du Dr François-Franck, sur un animal à poitrine ouverte, à l'aide d'un dispositif instrumental particulier imaginé par l'auteur et qui a permis de recueillir à la fois, dans chacun des points de la surface, les déplacements qui ont lieu suivant chacune des directions de l'espace.

» Les éléments ainsi obtenus ont servi à déterminer, à l'aide d'une construction spéciale mise sous les yeux de l'Académie, la trajectoire exacte du mouvement pour chacun des points explorés. Ces trajectoires, divisées en dixièmes de révolution et reportées sur une coupe de la surface du cœur supposée faite suivant un plan perpendiculaire à l'axe, montrent non seulement l'amplitude et la direction du mouvement, mais aussi sa vitesse, qui se trouve indiquée à chacun des moments de la course par l'écart variable des points qui marquent les dixièmes.

» Le mouvement longitudinal qui se produit suivant le plan parallèle à la surface a été négligé pour cette double raison : qu'il a relativement très peu d'amplitude, et que, étant parallèle à la surface, il ne produit qu'une sorte de glissement sans influence possible sur les bruits anormaux dont l'interprétation a été le sujet principal de ces recherches.

» Ces trajectoires ont été déterminées en cinq points différents de la surface accessible des ventricules : au niveau de la partie la plus élevée de

l'infundibulum du ventricule droit; à la partie moyenne de la face antérieure du ventricule gauche; à la partie moyenne et à la base du ventricule droit; à la pointe. Le mouvement général qu'elles indiquent est, pendant la systole, un retrait rapide de la surface et une translation non moins rapide vers la droite; c'est-à-dire le mouvement de torsion tant de fois indiqué. La pointe fait exception, en ce sens que le retrait se produit seulement à la fin de la systole. Elle n'éprouve pas de projection, comme on l'a dit; mais elle garde son niveau, pendant que le reste de la paroi se déprime. Au début de la diastole, toute la paroi s'affaisse soudain, en raison de sa flaccidité subite; puis elle se relève, lentement d'abord, sous l'influence de l'afflux progressif du sang dans les cavités; rapidement ensuite, quand vient la systole de l'oreillette.

» Si l'on compare les caractères de ces trajectoires avec ceux des souffles anorganiques qu'on entend chez l'homme et souvent aussi chez les animaux, on trouve : 1° que leur *amplitude* est prédominante là précisément où ces bruits se font le plus souvent entendre et avec le plus d'intensité, c'est-à-dire au-devant de l'infundibulum et de la face antérieure du ventricule gauche; 2° que leur *direction* est, dans ces points-là, particulièrement propre à produire sur le poumon une aspiration vive pendant la systole, attendu qu'elle est exactement normale au plan de sa face profonde; tandis que, dans les points où des bruits de ce genre ne se produisent habituellement pas, elle lui est presque parallèle et ne détermine guère qu'une sorte de glissement; 3° que le rythme du bruit est lui-même en rapport avec les variations de la vitesse du mouvement. Là où le bruit est sensiblement continu, le mouvement systolique est de vitesse égale; au-devant du ventricule gauche, au contraire, où le bruit est presque toujours méso-systolique, c'est-à-dire où il n'occupe que la partie moyenne de la systole, la partie moyenne du mouvement seule est rapide et capable de produire le souffle, la première et la dernière sont lentes et aphones. Enfin à la pointe, où l'on entend surtout deux sortes de souffles, les uns en dedans, les autres en dehors d'elle, les premiers, qu'on entend en général seulement à la fin de la systole, sont en rapport avec le retrait rapide qui, en cet endroit, a lieu seulement en ce moment; les autres, qui sont exactement systoliques, résultent d'un mouvement de translation rapide vers la droite, qui fait le vide à gauche et qui est lui-même exactement synchrone avec la systole.

» L'accord précis et rigoureux jusque dans ses moindres détails que ces recherches ont établi, entre les mouvements extérieurs du cœur et les

bruits anorganiques qui les accompagnent, ne laisse plus aucun doute sur le mécanisme de ces derniers, mécanisme que les observations cliniques avaient permis à l'auteur de préciser déjà. L'application à la clinique des merveilleuses méthodes de Marey donne ainsi la solution définitive d'un problème singulièrement obscur et difficile apparemment, puisqu'il avait provoqué les interprétations les plus discordantes, après avoir désespéré l'auteur même de l'auscultation. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Abel Duveau** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire accompagné de figures et intitulé « Bateaux-pompes atmosphériques, pour élévation de rivières ».

(Commissaires : MM. Resal, Maurice Lévy, Sarrau.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, trois brochures de M. *E. Fédoroff*, imprimées en langue russe, et portant pour titres : « La symétrie sur un plan » ; « La symétrie des systèmes réguliers des figures » et « Question sur le minimum des surfaces dans la théorie de la symétrie ». (Présenté par M. Hermite.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Brooks* (1893, *oct.* 16), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. **G. Bigourdan**, communiquées par M. Tisserand.

Dates 1893.	Étoiles de comparaison.	Comète — Étoile. ΔR.	Comète — Étoile. ΔDécl.	Nombre de compar.
Octobre 18......	*a* 2503 BD + 14°	+1^m.26^s,07	+2'.56",7	12 : 8
18......	*b* 2509 BD + 14	−1. 5,15	+1.38,8	12 : 8
19......	*c* 2502 BD + 14	+3.49,33	+6.11,8	3 : 2
19......	*c* 2508 BD + 14	+1. 3,80	+1.21,6	15 : 10

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1893.	Étoiles.	Ascension droite moyenne 1893,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1893,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Octobre 18....	*a*	12.22.34,05	+0,96	+14. 2.19,8	−8,9	Bonn. B. VI
18....	*b*	12.25. 3,8	+0,96	+14. 3.16	−8,9	B. D.
19....	*c*	12.21.28,42	+0,98	+14.38.15,8	−9,2	Yarnall (5286)
19....	*d*	12.24.13,3	+0,98	+14.43.18	−9,2	B. D.

Positions apparentes de la comète.

Dates 1893.	Temps moyen de Paris.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Octobre 18...	17. 5.53	12.24. 1,08	$\bar{1},599_n$	+14. 5. 7,6	0,795
18...	17. 5.53	12.23.59,6	$\bar{1},599_n$	+14. 4.46	0,795
19...	16.56.27	12.25.18,73	$\bar{1},599_n$	+14.44.18,4	0,791
19...	17.10.43	12.25.18,1	$\bar{1},598_n$	+14.44.30	0,789

» *Remarques.* — Les positions des étoiles *b* et *d* ne sont qu'approximatives : c'est ce qui produit des discordances apparentes dans les coordonnées conclues de la comète.

» Oct. 18. La comète est une nébulosité ronde, de 1′,5 à 2′ de diamètre, plus brillante au centre, à partir duquel l'éclat décroît graduellement. Cette partie centrale forme un noyau de grandeur 9-10 qui ne se détache pas nettement. La comète a une queue opposée au Soleil, relativement brillante, et qu'on a aperçue un instant sur environ 5′ de longueur. D'ailleurs la comète est peu élevée au moment où commence le crépuscule, de sorte qu'elle n'a pu être examinée dans de bonnes conditions, quoique le ciel fût beau.

» Oct. 19. La brume de l'horizon affaiblit fortement la comète et l'on ne voit pas de queue. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur certaines familles de cubiques gauches.* Note de M. Lelieuvre, présentée par M. Darboux.

« Soit une cubique gauche G ; ses plans osculateurs enveloppent une développable Γ de troisième classe ; G et Γ constituent ce que nous appelons l'*ensemble* GΓ.

» Nous nous sommes proposé la recherche des familles de pareils ensembles, dépendant d'un paramètre *u*, qui possèdent la propriété d'être

divisés homographiquement par leurs conjugués, en entendant par là que, si l'on exprime les coordonnées d'un point de G et de son plan osculateur en ce point, rationnellement (et d'une façon univoque) avec un paramètre t, l'équation différentielle entre t et u qui détermine les lignes conjuguées des cubiques G ou les développables conjuguées des développables Γ est réductible à une équation de Riccati. La famille des développables Θ circonscrites le long de chaque cubique G, à la surface S engendrée par ces cubiques quand u varie, et celle des lignes T suivant lesquelles chaque développable Γ touche la surface Σ qu'elle enveloppe en même temps, ont alors la même propriété.

» Soit

$$\Delta\, dt + \Delta'\, du = 0$$

l'équation différentielle des conjuguées, transformée de façon que Δ soit un polynôme entier en t du sixième degré, et Δ′ un autre du huitième. Il faut et il suffit que Δ divise Δ′. Or une méthode indiquée antérieurement ([1]) montre que, pour que Δ et Δ′ aient une racine commune $t = t_0$ (t_0 fonction de u), il faut et il suffit, ou que le point $t = t_0$ de la cubique G engendre, quand u varie, une *enveloppe de ces cubiques* (pouvant se réduire à un point), ou que le plan tangent $t = t_0$ à Γ engendre une *enveloppe des développables* Γ (pouvant être un plan fixe). Nous appelons *enveloppe* E^n_m *de l'ensemble* GΓ, *de l'ordre* k, une telle enveloppe qui abaisse de m unités la classe de Θ, de n unités le degré de T, et qui est telle que $t = t_0$ soit racine commune de Δ et Δ′, à la multiplicité k. Les entiers m, n, k dépendent de la nature de cette enveloppe et de ses conditions de contact avec G ou Γ. Par exemple, une enveloppe à laquelle G reste tangente sans avoir même plan osculateur qu'elle est une enveloppe E^0_1 de multiplicité 1; si le plan osculateur devient commun, on a m et $n \geqq 1$, $k \geqq 2$; cela a lieu si l'enveloppe est une droite, etc.

» On peut alors : 1° chercher quelles pareilles enveloppes peut et doit posséder l'ensemble variable (GΓ) pour que la condition demandée soit remplie; 2° tenter la détermination de pareils ensembles.

» Voici les résultats généraux obtenus :

» 1° Les ensembles cherchés peuvent se diviser en quatre groupes :

» *Premier groupe*. — La développable Θ est un cône de deuxième classe. Si T est du sixième degré, l'ensemble GΓ a une enveloppe E^1_1 d'ordre 2, quatre enveloppes E^0_1 d'ordre 1. Les surfaces S sont polaires réciproques

---

([1]) *Comptes rendus*, novembre 1891.

des surfaces S', déjà signalées ([1]), qu'on engendre par une conique tangente en chaque point d'une enveloppe, dans le plan osculateur à l'enveloppe en ce point. Le degré de T peut d'ailleurs s'abaisser à 5, 4, 3, 2 par la présence d'enveloppes pour lesquelles l'un des nombres m ou n au moins dépasse 1. Nous n'énumérerons pas ici ces cas particuliers.

» *Deuxième groupe.* — La développable Θ est de troisième classe. Si T est du cinquième degré, ou bien l'ensemble GT possède une enveloppe E_2^2 d'ordre 4 et deux E_1^0 d'ordre 1, ou bien il possède deux E_1^1 d'ordre 2, deux E_1^0 d'ordre 1 ; dans cette dernière catégorie se placent les enveloppes de quadriques de raccordement d'une surface gauche dépendant d'un paramètre u, et dont les génératrices cubiques ont la propriété demandée. Le degré de T peut s'abaisser à 4, 3, 2.

» *Troisième groupe.* — Θ est de quatrième classe ; les cas généraux où le degré de T est 4 sont trop nombreux pour être énumérés ici. Signalons seulement celui où GT possède trois E_0^1 et trois E_1^0, d'ordre 1 ; Θ est alors un cône et T une quartique polaire.

» *Quatrième groupe.* — Il est formé des ensembles G'T', polaires réciproques des précédents.

» 2° Réservant la solution générale de la question, nous remarquerons seulement ici que nous savons déjà déterminer les surfaces S quand Θ est un cône, comme polaires réciproques de surfaces S' lieux de lignes rationnelles planes ([2]). On peut aussi obtenir géométriquement des solutions particulières en se donnant d'avance certaines enveloppes des cubiques G ; exemples : familles de cubiques ayant deux points fixes ainsi que la tangente et le plan osculateur en chacun d'eux (deux E_2^2 d'ordre 3), ou encore deux points (deux E_1^0 d'ordre 1) et deux tangentes fixes (deux E_1^1 d'ordre 2). Ces solutions appartiennent au troisième groupe. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'interprétation cinétique de la fonction de dissipation.* Note de M. **Ladislas Natanson**, présentée par M. Poincaré.

« Reprenons l'équation (5) de ma Communication précédente en supposant, pour simplifier, qu'on puisse considérer l'énergie intérieure des

---

([1]) *Comptes rendus,* décembre 1889.

([2]) *Ibid.,* octobre 1890.

molécules h comme négligeable ou, plus généralement, comme constante. L'énergie moléculaire du fluide ε et son énergie apparente k, c'est-à-dire celle que l'on considère en Hydrodynamique, auront les valeurs suivantes :

$$\varepsilon = \tfrac{1}{2}\int\int\int \rho(\overline{\xi^2} + \overline{\eta^2} + \overline{\zeta^2})\,dx\,dy\,dz; \qquad k = \tfrac{1}{2}\int\int\int \rho(u^2 + v^2 + w^2)\,dx\,dy\,dz.$$

» Nous supposons le fluide contenu dans un volume V auquel s'étendent les intégrations indiquées.

» Reprenons l'équation (94) de Maxwell [*On the Dynamical Theory of Gases* (*Scient. Papers*, vol. II, p. 51)] convenablement corrigée.

» Négligeons-y les termes qui se rapportent à la conduction de la chaleur et posons, pour abréger,

$$\frac{du}{dx} = a, \qquad \frac{dv}{dy} = b, \qquad \frac{dw}{dz} = c;$$

$$\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy} = \mathrm{A}, \qquad \frac{dw}{dx} + \frac{du}{dz} = \mathrm{B}, \qquad \frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx} = \mathrm{C};$$

l'équation deviendra

$$(1)\quad \tfrac{1}{2}\rho\frac{\partial}{\partial t}(\overline{\xi^2} + \overline{\eta^2} + \overline{\zeta^2}) + \rho\overline{\xi^2}a + \rho\overline{\eta^2}b + \rho\overline{\zeta^2}c + \rho\overline{\eta\zeta}\mathrm{A} + \rho\overline{\zeta\xi}\mathrm{B} + \rho\overline{\xi\eta}\mathrm{C} = 0.$$

» Ajoutons au premier membre

$$\tfrac{1}{2}(\overline{\xi^2} + \overline{\eta^2} + \overline{\zeta^2})\frac{\partial\rho}{\partial t} + \tfrac{1}{2}\rho'(\overline{\xi^2} + \overline{\eta^2} + \overline{\zeta^2})\left(\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}\right),$$

ensuite développons $\frac{\partial}{\partial t}\left[\tfrac{1}{2}\rho(\overline{\xi^2} + \overline{\eta^2} + \overline{\xi^2})\right]$ et, enfin, dans l'équation ainsi obtenue, faisons l'intégration par rapport à $dx\,dy\,dz$, en l'étendant au volume occupé par le fluide. Nous aurons

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{d\varepsilon}{dt} + \tfrac{1}{2}\displaystyle\int\int \rho(\overline{\xi^2} + \overline{\eta^2} + \overline{\zeta^2})(lu + mv + nw)\,dS \\ \quad + \displaystyle\int\int\int (\rho\overline{\xi^2}a + \rho\overline{\eta^2}b + \rho\overline{\zeta^2}c + \rho\overline{\eta\zeta}\mathrm{A} + \rho\overline{\zeta\xi}\mathrm{B} + \rho\overline{\xi\eta}\mathrm{C})\,dx\,dy\,dz = 0. \end{cases}$$

» Si le fluide ne peut pas franchir la surface s du volume qu'il occupe, le second terme à gauche disparaît. Admettons-le et appliquons à l'équation (3) de ma Note précédente la même transformation que celle qui vient d'être indiquée; nous trouverons

$$\frac{dk}{dt} - \int\int\int (\rho\overline{\xi^2}a + \rho\overline{\eta^2}b + \rho\overline{\zeta^2}c + \rho\overline{\eta\zeta}\mathrm{A} + \rho\overline{\zeta\xi}\mathrm{B} + \rho\overline{\xi\eta}\mathrm{C})\,dx\,dy\,dz$$
$$= \int\int\int \rho(u\mathrm{X} + v\mathrm{Y} + w\mathrm{Z})\,dx\,dy\,dz,$$

c'est-à-dire, en tenant compte d'une autre équation de Maxwell,

$$(3)\qquad \frac{dk}{dt} = -\frac{d\varepsilon}{dt} + \iiint \rho(u\mathrm{X} + v\mathrm{Y} + w\mathrm{Z})\,dx\,dy\,dz.$$

Ainsi, la variation de l'énergie apparente est due en partie à l'action des forces extérieures; une autre partie de cette variation $\left(\text{nous la désigne-rons par } \frac{d'k}{dt}\right)$ résulte de ce que l'énergie interne ou moléculaire et l'énergie apparente sont susceptibles de se transformer l'une dans l'autre.

» Convenons de définir les symboles p, θ et F par les équations

$$3p = \rho\overline{\xi^2} + \rho\overline{\eta^2} + \rho\overline{\zeta^2}, \qquad \theta = a + b + c;$$

$$\begin{aligned}
\mathrm{F} &= (p - \rho\overline{\xi^2})a + (p - \rho\overline{\eta^2})b + (p - \rho\overline{\zeta^2})c - \rho\overline{\eta\zeta}\,\mathrm{A} - \rho\overline{\zeta\xi}\,\mathrm{B} - \rho\overline{\xi\eta}\,\mathrm{C} \\
&= -\rho\overline{\xi^2}(a - \tfrac{1}{3}\theta) - \rho\overline{\eta^2}(b - \tfrac{1}{3}\theta) - \rho\overline{\zeta^2}(c - \tfrac{1}{3}\theta) - \rho\overline{\eta\zeta}\,\mathrm{A} - \rho\overline{\zeta\xi}\,\mathrm{B} - \rho\overline{\xi\eta}\,\mathrm{C} \\
&= (p - \rho\overline{\xi^2})(a - \tfrac{1}{3}\theta) + (p - \rho\overline{\eta^2})(b - \tfrac{1}{3}\theta) + (p - \rho\overline{\zeta^2})(c - \tfrac{1}{3}\theta) - \rho\overline{\eta\zeta}\,\mathrm{A} - \rho\overline{\zeta\xi}\,\mathrm{B} - \rho\overline{\xi\eta}\,\mathrm{C};
\end{aligned}$$

la valeur de $-\frac{d\varepsilon}{dt}$ ou de $\frac{d'k}{dt}$ s'écrira

$$(4)\qquad -\frac{d\varepsilon}{dt} = +\frac{d'k}{dt} = \iiint (p\theta - \mathrm{F})\,dx\,dy\,dz.$$

Par conséquent, l'énergie moléculaire du fluide change de valeur, en premier lieu, par suite du travail ordinaire de la pression; mais, en outre, grâce à la perturbation apportée à l'état normal du fluide, et notamment grâce à l'inégalité des pressions normales entre elles et à l'existence des pressions tangentielles, il y a production ou consommation d'énergie moléculaire, en quantité F par unité de temps et de volume. Dans le cas où la perturbation n'est point très violente, on parvient facilement, en posant $\mathrm{Q} = (u + \xi)^2$ et $\mathrm{Q} = (u + \xi)(v + \eta)$ dans l'équation fondamentale, aux relations

$$\frac{\Delta}{\Delta t}(p - \rho\overline{\xi^2}) = -2p(a - \tfrac{1}{3}\theta), \qquad \frac{\Delta}{\Delta t}(\rho\overline{\eta\zeta}) = p\mathrm{A},$$

et l'on trouve de même les équations relatives à $p - \rho\overline{\eta^2}$, $p - \rho\overline{\zeta^2}$, à $\rho\overline{\zeta\xi}$ et $\rho\overline{\xi\eta}$. Il vient alors

$$\mathrm{F} = -\frac{1}{4p}\frac{\Delta}{\Delta t}\left[(p - \rho\overline{\xi^2})^2 + (p - \rho\overline{\eta^2})^2 + (p - \rho\overline{\zeta^2})^2 + 2(\rho\overline{\eta\zeta})^2 + 2(\rho\overline{\zeta\xi})^2 + 2(\rho\overline{\xi\eta})^2\right].$$

Cette formule nous apprend que le sens dans lequel s'effectue la transformation d'énergie représentée par le terme F est lié aux lois des chocs moléculaires. Si les chocs sont de nature à faire disparaître, au sein du

fluide, la perturbation qu'une influence étrangère y a provoquée, l'énergie du mouvement visible se convertit nécessairement, dans tous les cas, en énergie moléculaire, et la transformation en sens inverse est impossible. Cependant, pour démontrer qu'il en est réellement ainsi dans tous les fluides de la nature, notre méthode de raisonnement cinématique se trouve insuffisante. Rapportons-nous, par conséquent, aux équations

$$p - \rho\overline{\xi^2} = 2\mu\left(a - \tfrac{1}{3}\theta\right), \qquad p - \rho\overline{\eta^2} = 2\mu\left(b - \tfrac{1}{3}\theta\right), \qquad p - \rho\overline{\zeta^2} = 2\mu\left(c - \tfrac{1}{3}\theta\right),$$
$$\rho\overline{\eta\zeta} = -\mu A, \qquad \rho\overline{\zeta\xi} = -\mu B, \qquad \rho\overline{\xi\eta} = -\mu C,$$

auxquelles parvient Maxwell moyennant une hypothèse bien connue, relative aux lois du choc, et qui se confondent du reste avec les formules de Poisson et de Sir G.-G. Stokes. (Le coefficient de viscosité y est désigné par μ.) Nous aurons

$$\begin{aligned} F &= \frac{1}{\mu}\left[\tfrac{1}{2}\left(p - \rho\overline{\xi^2}\right)^2 + \tfrac{1}{2}\left(p - \rho\overline{\eta^2}\right)^2 + \tfrac{1}{2}\left(p - \rho\overline{\zeta^2}\right)^2 + \left(\rho\overline{\eta\zeta}\right)^2 + \left(\rho\overline{\zeta\xi}\right)^2 + \left(\rho\overline{\xi\eta}\right)^2\right] \\ &= \mu\left[2\left(a - \tfrac{1}{3}\theta\right)^2 + 2\left(b - \tfrac{1}{3}\theta\right)^2 + 2\left(c - \tfrac{1}{3}\theta\right)^2 + A^2 + B^2 + C^2\right] \\ &= \frac{1}{\mu}\left[\tfrac{1}{6}\left(\rho\overline{\eta^2} - \rho\overline{\zeta^2}\right)^2 + \tfrac{1}{6}\left(\rho\overline{\zeta^2} - \rho\overline{\xi^2}\right)^2 + \tfrac{1}{6}\left(\rho\overline{\xi^2} - \rho\overline{\eta^2}\right)^2 + \left(\rho\overline{\eta\zeta}\right)^2 + \left(\rho\overline{\zeta\xi}\right)^2 + \left(\rho\overline{\xi\eta}\right)^2\right] \\ &= \mu\left[\tfrac{2}{3}(b - c)^2 + \tfrac{2}{3}(c - a)^2 + \tfrac{2}{3}(a - b)^2 + A^2 + B^2 + C^2\right]. \end{aligned}$$

et de ces égalités on conclut que la fonction F ne peut jamais devenir négative. On trouve encore

$$F = \mu\left(2a^2 + 2b^2 + 2c^2 - \tfrac{2}{3}\theta^2 + A^2 + B^2 + C^2\right),$$

c'est sous cette forme qu'a été donnée la fonction F par Lord Rayleigh qui lui assigne le nom de *fonction de dissipation*. En effet, comme on vient de le voir, lorsque a, b, c, A, B, C changent de signe, le terme $p\theta$ en change aussi, tandis que F ne change pas. Le premier correspond donc à un phénomène réversible, le second à un phénomène irréversible, à la transformation de l'énergie apparente en énergie interne, c'est-à-dire en chaleur; cette transformation se produit toujours, quelle que soit la nature de la perturbation que nous imposons au fluide. On a ainsi l'exemple d'un système purement dynamique qui réalise en plein le phénomène de la *dissipation de l'énergie*, phénomène reconnu universel par la science de la Thermodynamique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Détermination de la vitesse de propagation d'une perturbation électrique le long d'un fil de cuivre, à l'aide d'une méthode indépendante de toute théorie.* Note de M. R. Blondlot, présentée par M. Poincaré.

« Deux condensateurs tout pareils, A et A' (*fig.* 17), sont formés l'un et l'autre d'un verre de lampe à gaz, garni intérieurement et extérieurement de feuilles d'étain; chacune des deux armatures externes est scindée en deux parties annulaires, isolées l'une de l'autre, a et a_1 pour l'un des condensateurs, a' et a'_1 pour l'autre. Les armatures internes sont reliées respectivement aux pôles d'une bobine d'induction, et les boules b et b' qui les terminent laissent entre elles un intervalle de 6^{mm} à 8^{mm}. De a et a' partent deux fils courts en laiton, terminés par des pointes p et p', distantes de $\frac{1}{2}$ millimètre environ; la droite pp' est horizontale. De a_1 et a'_1 partent deux fils a, cp et $a', c'p'$ ayant chacun 1029^m de longueur et aboutissant aux mêmes pointes p et p' que les précédents.

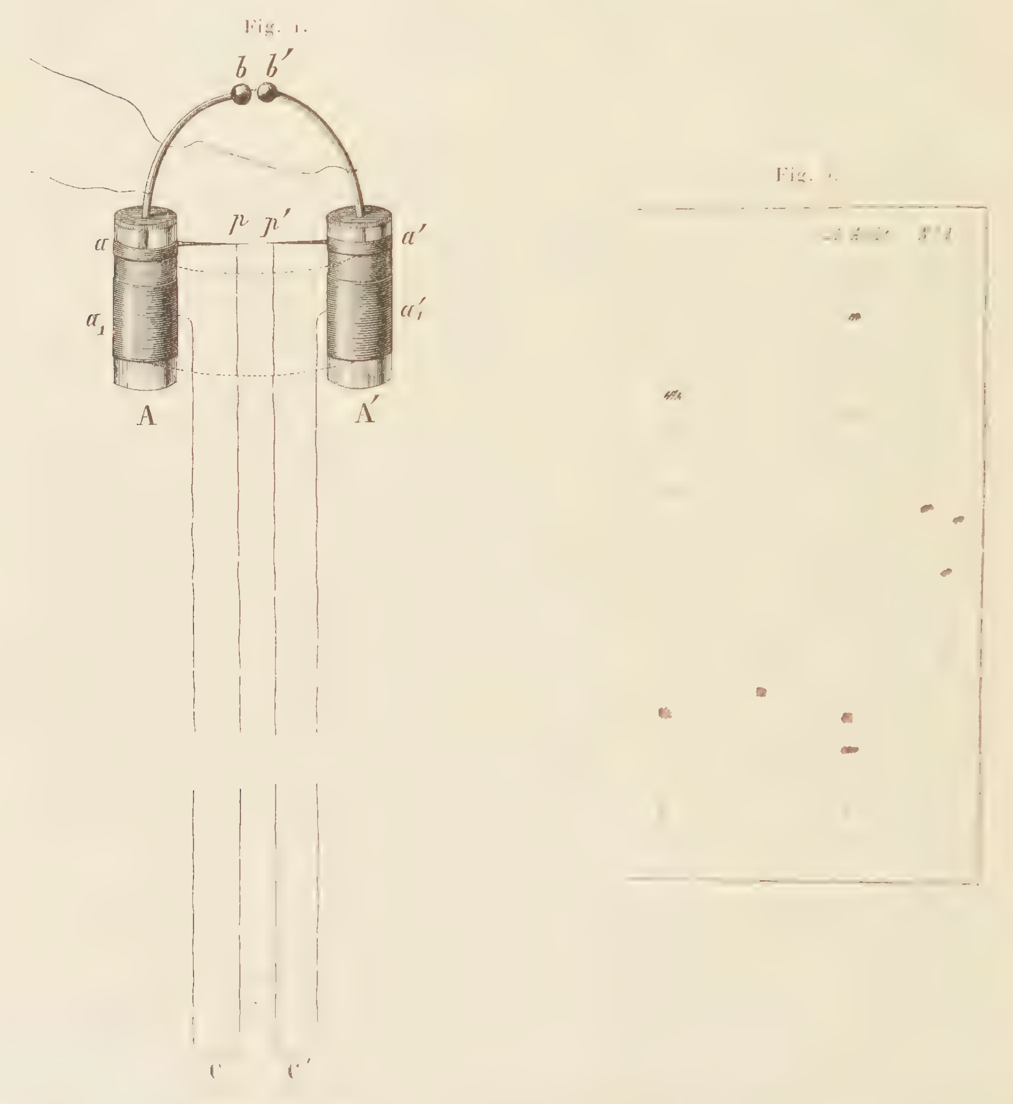
» Lorsque la bobine fonctionne, les deux condensateurs se chargent, grâce à deux cordes mouillées, figurées par des traits ponctués, qui permettent le passage de l'électricité de chaque armature extérieure à l'autre. La décharge survient brusquement, par une étincelle qui éclate entre les boules b et b'; à ce moment, les charges des armatures externes deviennent libres et une différence de potentiel prend subitement naissance, entre a et a' d'une part et entre a_1 et a'_1 d'autre part; les cordes mouillées ne jouent cette fois aucun rôle, à cause de l'extrême rapidité des phénomènes.

» Les armatures a et a' se déchargent aussitôt mutuellement par une étincelle entre les points p et p'.

» De même, les armatures a_1 et a'_1, reliées aux mêmes pointes par les longs fils a_1cp, $a'_1c'p'$, se déchargent par une étincelle entre p et p', mais, cette fois, l'étincelle n'éclate qu'après que la perturbation originelle a parcouru, en suivant les longs fils a_1cp, $a'_1c'p'$, un chemin de 1029^m.

» On a ainsi, entre les pointes p et p', deux étincelles successives, séparées par le temps qu'une perturbation électromagnétique emploie pour parcourir un chemin de 1029^m le long du fil de cuivre; pour déterminer la vitesse de cette propagation, il suffit de mesurer l'intervalle de temps qui s'écoule entre les deux étincelles. A cet effet, concentrons la lumière

de l'étincelle à l'aide d'un miroir concave mobile autour d'un axe parallèle à pp' et recevons sur un écran vertical l'image de l'étincelle; lorsque le miroir est mis en rotation rapide, l'image se dédouble, et il est aisé, con-



naissant la vitesse de rotation du miroir, la distance de celui-ci à l'écran et l'écartement des deux images, d'en déduire l'intervalle de temps qui s'est écoulé entre les deux étincelles.

» En substituant à l'écran une plaque sensible, j'obtiens deux images photographiques dont je mesure après coup l'écartement.

» Le miroir est mis en rotation par une machine de Gramme à aimants permanents actionnée par 28 éléments au bichromate; la vitesse de rotation se détermine à l'aide du son d'axe; les nombres de tours par seconde étaient compris entre 233 et 309.

» La ligne est formée de fils de cuivre dit *de haute conductibilité*, ayant 3^{mm} de diamètre; ils sont fixés aux poteaux de la ligne téléphonique qui joint la Préfecture de Nancy à l'Asile de Maréville.

» En faisant fonctionner d'une manière continue la bobine d'induction, il arrive toujours qu'au bout de quelques minutes des images viennent se former sur la plaque.

» La *fig.* 2 ci-jointe représente une portion d'une plaque photographique sur laquelle l'expérience a été répétée neuf fois; à chacune des expériences isolées correspondent deux images (négatives) placées sur une même verticale : l'image supérieure est celle de l'étincelle du court circuit; l'image inférieure, plus faible, celle du long circuit [1].

» Pour déterminer l'écartement de ces deux images, je trace dans chacune d'elles un trait horizontal médian, puis je mesure la distance des deux traits à l'aide d'une machine à diviser.

» Le Tableau suivant contient les résultats de quinze expériences réparties sur cinq plaques photographiques :

				Kilomètre par seconde.
Première plaque,	moyenne de	4	expériences.......	302,9
Deuxième plaque,	»	4	»	298,0
Troisième plaque,	»	3	»	293,2
Quatrième plaque,	»	2	»	295,9
Cinquième plaque,	»	2	»	292,1
	Moyenne		....	296,4

» Une série d'expériences faites sur une ligne ayant une longueur de $1821^m,4$, c'est-à-dire presque double de la première, a donné les résultats suivants :

	Kilomètre par seconde.
Première plaque..............................	297,5
Deuxième plaque..............................	298,5
Troisième plaque..............................	298,0
Moyenne.................	298,0

---

[1] Afin de diminuer cette différence d'éclat des deux images, j'ai fait les anneaux des armatures externes beaucoup plus étroits pour le court circuit que pour le long.

» L'égalité des valeurs de la vitesse obtenue avec les deux lignes de longueur différente montre que le mouvement de propagation est bien uniforme. Le nombre trouvé s'accorde parfaitement avec celui que j'avais obtenu précédemment par une autre méthode [1]; les expériences décrites dans la précédente Note ont l'avantage capital d'être indépendante, non seulement de toute théorie, mais même de l'existence d'oscillations et d'ondulations électromagnétiques.

» MM. Fizeau et Gounelle ont trouvé pour la vitesse dans les fils de cuivre $177\,700^{\text{km}}$ par seconde [2]. Toutefois, il n'y a pas désaccord entre ce résultat et le mien : dans les expériences de MM. Fizeau et Gounelle, en effet, le contact entre l'origine du fil et la source se prolongeait pendant $\frac{1}{324}$ de seconde et, par suite, la perturbation, pénétrant dans l'intérieur des fils, devait, d'après la théorie, avoir une vitesse de propagation apparente beaucoup plus lente que dans mes expériences, où elle est produite par la décharge d'une batterie de très petite capacité et, par conséquent, a une durée extrêmement courte, de l'ordre du $\frac{1}{100000000}$ de seconde [3]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Analyse d'une houille vanadifère.* Note de M. A. MOURLOT, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note parue au *Chemical News*, 28 octobre 1892, M. John J.-J. Kyle, de l'Université de Buenos-Ayres, a donné l'analyse d'une houille vanadifère, trouvée près la tour de San Raphael, province de Mendozza, République Argentine.

» Nous avons eu en notre possession un échantillon d'une houille analogue, que nous devons à l'obligeance de M. Heeren.

» Cette houille est remarquable par sa faible densité qui varie de 1,15 à 1,20; elle possède un aspect gras, une surface souvent arrondie et brillante, sans aucune texture cristalline; elle tache les doigts et laisse une tache grise sur le papier. Abandonnée dans le vide sur l'anhydride phosphorique, elle perd 0,6 pour 100 de son poids. A l'é-

---

(1) *Comptes rendus.*

(2) *Ibid.*, t. XXX, p. 437; 1850.

(3) J'adresse ici mes sincères remerciements à M. Corsigny, ingénieur des Postes et Télégraphes, à M. le Directeur de l'asile de Maréville, qui ont facilité l'installation de mes expériences, ainsi qu'à mes aides dévoués MM. J. Colin et M. Dufour, dont l'habile et zélé concours m'a permis de les mener à bonne fin.

tuve, vers 120°, la perte est d'environ 2 pour 100. Une première analyse nous a donné les chiffres suivants :

Matières volatiles...	51,52
Coke..............	47,85
Cendres...........	0,63

» L'analyse élémentaire a été faite par les méthodes habituelles; l'azote a été dosé en volume.

» Les nombres obtenus diffèrent notablement de ceux de M. J.-J. Kyle, ce qui peut tenir à un défaut d'homogénéité de ce curieux combustible. L'hydrogène est beaucoup plus faible, 5 pour 100 environ au lieu de 9 pour 100. Le carbone et l'azote sont en plus grande quantité.

	1re analyse.	2e analyse.	3e analyse.
Carbone............	84,9	85,2	85,0
Hydrogène..........	4,9	4,6	4,7
Azote..............	1,8	1,6	1,62

» Cette houille est surtout intéressante par la présence, dans ses cendres, d'une forte proportion d'acide vanadique sous forme de vanadates alcalins et métalliques. Un simple traitement de ces cendres par l'ammoniaque nous permet d'extraire une notable partie de l'acide vanadique qu'elles renferment. Du reste, l'acide vanadique préexiste dans cette houille, puisqu'il est possible de l'en extraire par lavage à l'eau ammoniacale.

» Nous avons fait l'analyse des cendres qualitativement et quantitativemen .

» Nous retrouvons ici, avec de légères modifications, les résultats de M. Kyle. Toutefois, au moyen de l'analyse spectrale, qui n'avait pas été employée par M. Kyle, nous avons établi la présence, dans les cendres, des trois métaux alcalino-terreux : calcium, strontium, baryum.

» L'analyse quantitative nous a, en résumé, indiqué dans les cendres de cette houille l'existence des composés suivants :

» 1° Partie soluble dans l'eau : acide vanadique, acide sulfurique, calcium, potassium, sodium avec traces de chlorures;

» 2° Partie soluble dans l'acide chlorhydrique : acide vanadique, acide phosphorique, acide sulfurique, alumine, fer, calcium avec traces de manganèse, de strontium et de baryum;

» 3° Partie insoluble dans les acides : silice, alumine, fer, magnésie avec traces de calcium.

Analyse quantitative des cendres.

Partie soluble dans les acides.		Partie insoluble dans les acides.	
Acide vanadique	38,5	Silice	13,6
Acide sulfurique	12,1	Alumine	5,5
Acide phosphorique	0,8	Sesquioxyde de fer	9,4
Sesquioxyde de fer	4,1	Magnésie	0,9
Alumine	4		
Chaux	8,44		
Oxyde de potassium	1,8		
	69,74		29,4

» Ces nombres établissent que la houille remise par M. Heeren renferme 0,24 pour 100 d'acide vanadique, et que les cendres en contiennent 38,5 pour 100.

» Nous sommes donc en présence d'un véritable minerai de vanadium; l'abondance de ces bancs de houille ayant été bien établie, on peut espérer que, si les propriétés du métal le permettent, l'industrie en pourra tirer de nouvelles applications. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le parfum de la violette.* Note de MM. **Ferd. Tiemann** et **P. Krüger**, présentée par M. Friedel.

« Les sources naturelles les plus connues du parfum de violette ont été, jusqu'à présent, la fleur fraîche de la violette et la racine sèche de l'iris. Depuis bientôt dix ans nous avons travaillé à isoler l'individu chimique auquel est due cette odeur, à le caractériser scientifiquement, à en faire l'analyse et ensuite à le reproduire synthétiquement [1].

» En raison des difficultés que présente le traitement des fleurs de violette, nous avons pris la racine d'iris comme point de départ de nos recherches analytiques. Voici les résultats auxquels nous sommes arrivés jusqu'ici.

» Le principe odorant de l'iris est une cétone ayant pour formule $C^{13}H^{20}O$, que nous appellerons *irone*. On peut l'isoler en procédant de la manière suivante :

» On soumet à la distillation dans un fort courant de vapeur d'eau l'extrait obtenu

(1) Manipuler dans un laboratoire les quantités de plantes nécessaires à l'obtention des corps servant de matières premières pour ces recherches était chose impossible. MM. de Laire et Cie, à Paris, et MM. Haarmann et Reimer, à Holzminden, ont mis à notre disposition les moyens industriels dont ils disposent, et nos travaux se sont continués dans leurs laboratoires et leurs usines.

en épuisant par l'éther la racine d'iris; on entraîne ainsi un mélange composé principalement des corps suivants :

» 1° Acide myristique, acide oléique et autres acides gras.

» 2° Les éthers méthyliques de ces acides.

» 3° Des traces d'aldéhyde oléique.

» 4° Quelques substances neutres en quantités infimes.

» 5° L'irone.

» On dissout ce mélange dans l'alcool et l'on ajoute une solution alcoolique d'hydrate de potasse pour former les sels de potasse des acides libres et saponifier les éthers. Après quelques instants, on verse dans l'eau, on reprend les huiles neutres dans l'éther et l'on évapore cet éther. Le résidu ainsi obtenu est distillé dans un courant de vapeur d'eau.

» L'irone passe avec les premiers corps entraînés, et, en répétant cette opération plusieurs fois, on obtient un produit qui donne les réactions caractéristiques des cétones, mais qui contient encore de petites quantités d'aldéhydes (aldéhyde oléique) et d'autres impuretés.

» Le produit est chauffé avec de l'oxyde d'argent et de l'eau pour enlever les aldéhydes, et l'irone séparée est transformée en son hydrazone en laissant en présence, pendant plusieurs jours, des parties équimoléculaires d'irone brute et de phénylhydrazine. On distille alors la masse dans un courant de vapeur d'eau pour enlever l'excès de l'hydrazine et les autres impuretés, et à la substance huileuse qui reste dans la cornue on ajoute de l'acide sulfurique dilué; après quoi on distille à nouveau pour avoir le corps pur.

» L'irone est une huile facilement soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, etc. Sous une pression de 16^{mm}, elle bout à 144°. Son poids spécifique est 0,939 et son indice de réfraction $n_D = 1,50113$.

» Elle est dextrogyre; elle forme une oxime cristallisée qui fond à 121°,5. Sous l'action de l'acide iodhydrique, elle se transforme en un hydrocarbure $C^{13}H^{18}$, que nous appellerons *irène*.

» Ce carbure distille, sous une pression de 9^{mm}, à 113°-115°; son poids spécifique est 0,9402 et son indice de réfraction $n_D = 1,5274$.

» Avec le temps, cette substance se résinifie à l'air; elle forme facilement des produits d'addition avec le brome, et l'acide nitrique la transforme en corps nitré ayant l'odeur musquée qui caractérise les cymènes nitrés.

» L'irène, par l'action des oxydants, donne comme produit final un acide ayant pour formule $C^{12}H^{12}O^6$ que nous appelons *acide ionirégène-tricarboxylique*. Cet acide, chauffé à 150°, se transforme, par élimination d'eau, en un anhydride qui bout à 224°.

» L'acide ionirégène-tricarboxylique est le dérivé carboxylique de l'acide diméthylhomophtalique.

» Comme produits intermédiaires on obtient les corps suivants :

» 1° Trioxydéhydroirène $C^{13}H^{16}O^3$ fondant à 154°-155°;

» 2° L'acide irégénone-dicarboxylique $C^{13}H^{14}O^5$ fondant à 227°;

» 3° L'acide irégénone-tricarboxylique $C^{13}H^{12}O^7$ fondant à 227°.

» *Essais synthétiques*. — Dans l'essence de citron et dans celle d'*Andro-*

pogon citratus (citronelle de l'Inde) se trouve une aldéhyde, le citral :

$$\overset{1}{CH^3}.\overset{2}{CH}.\overset{3}{CH^2}.\overset{4}{CH}:\overset{5}{CH}.\overset{6}{C}:\overset{7}{CH}.\overset{8}{COH}.$$
$$\qquad CH^3 \qquad\qquad\qquad\qquad CH^3$$

» Cette aldéhyde se condense, sous l'action des alcalis, avec l'acétone en une cétone $C^{13}H^{20}O$ que nous appellerons *pseudo-ionone*.

» C'est un corps facilement altérable par les agents chimiques énergiques, bouillant à 143°-145°, sous une pression de 12^{mm}. Sa densité est de 0,9044 et son indice de réfraction $n_D = 1,5275$. Son odeur est spéciale, mais pas très caractérisée.

» Par l'action des acides dilués, elle se transforme en une cétone isomérique, l'*ionone*.

» L'ionone pure répond à la formule $C^{13}H^{20}O$ et distille sous une pression de 16^{mm} à 126°-128°; son poids spécifique est 0,9351 et son indice de réfraction $n_D = 1507$. Son odeur est celle de la violette en fleur.

» Soumise à l'action de l'acide iodhydrique, à une température assez élevée, l'*ionone* perd de l'eau et donne un hydrocarbure $C^{13}H^{18}$ que nous désignerons sous le nom de *ionène*. Par l'action successive d'oxydants faibles d'abord, puis plus énergiques, il se transforme dans l'acide ionirégène-tricarboxylique que nous venons de décrire ci-dessus.

» Comme produits intermédiaires, on obtient, au courant de ces oxydations :

» 1° L'acide ionegénogonique $C^{13}H^{14}O^3$ fondant à 237°;
» 2° L'acide ionegénone-tricarboxylique $C^{13}H^{12}O^7$ fondant à 207°-208°;
» 3° L'ionegénolide $C^{12}H^{14}O^3$ fondant à 175°;
» 4° L'acide ionégène-dicarboxylique $C^{12}H^{14}O^4$ fondant à 130°-131° en se transformant en un anhydride de la formule $C^{12}H^{12}O^3$ qui fond à 105°.

» Les cétones isomériques irone et ionone donnent, comme on voit, par élimination d'eau des hydrocarbures isomériques de la formule $C^{13}H^{18}$ qui fournissent sous l'influence des oxydants les mêmes produits finaux *acide ionirégène-tricarboxylique*.

» Les produits intermédiaires obtenus au courant de ces procédés d'oxydation sont différents; ils dérivent de deux hydrocarbures isomériques, encore hypothétiques, que nous pourrions appeler le *déhydroirène* et le *déhydroionène*, auxquels on devrait attribuer les formules que l'on trouvera dans le Tableau ci-après.

» L'isomérie des corps décrits et la formation par l'oxydation de pro-

duits intermédiaires différents s'expliquent par l'examen de ce Tableau.

» Nous faisons seulement remarquer que la pseudo-ionone est une cétone de la série grasse et de la formule

$$\overset{1}{CH^3}.\underset{\displaystyle CH^3}{\overset{2}{CH}}.\overset{3}{CH^2}.\overset{4}{CH}.\overset{5}{CH}.\underset{\displaystyle CH^3}{\overset{6}{C}}:\overset{7}{CH}.\overset{8}{CH}.\overset{9}{CH}.\overset{10}{CO}.\overset{11}{CH^3}.$$

» Par addition des éléments d'une molécule d'eau sur 6 et 7, il se forme un corps instable, de la formule

$$\overset{1}{CH^3}.\underset{\displaystyle CH^3}{\overset{2}{CH}}.\overset{3}{CH^2}.\overset{4}{CH}:\overset{5}{CH}.\underset{\displaystyle CH^3}{\overset{6}{CH}}.\underset{\displaystyle OH}{\overset{7}{CH}}.\overset{8}{CH}:\overset{9}{CH}.\overset{10}{CO}.\overset{11}{CH^3},$$

et ce corps instable se transforme aussitôt par suite d'élimination d'eau entre 2 et 7 en ionone cyclique.

Irone.

H^3C CH^3
C
HC $CH.CH:CH.CO.CH^3$
HC $CH.CH^3$
CH^2

Ionone.

H^3C CH^3
C
H^2C $CH.CH:CH.CO.CH^3$
HC $CH.CH^3$
CH

Irène.

H^3C CH^3
C
CH
HC CH CH
$H^3C.C$ CH CH
CH CH^2

Ionène.

H^3C CH^3
C
CH
HC CH CH^3
$H^3C.C$ CH CH
CH CH

Déhydroirène.

H^3C CH^3
C
CH
H^3C CH
CH^2

Déhydroionène.

A^3C CH^3
C
CH^2
A^3C CH
CH

Trioxydéhydroirène.

H³C CH³ ; CH.OH ; CH.OH ; H³C ; CO

Acide ionegénogonique.

H³C CH³ ; CH.CO²H ; CO ; H³C

Acide irégénone-dicarboxylique.

H³C CH³ ; C ; $H^3C-C^6H^3$ (1) ; CO²H ; CO-CO²H (2)

Acide ionegène-dicarboxylique.

H³C CH³ ; $H^3C-C^6H^3$; CO²H ; CO²H (2)

Ionégénolide.

H³C CH³ ; CH-OH ; $H^3C-C^6H^3$; O ; CO

Acide irégénone-tricarboxylique.

H³C CH³ ; C ; $HO^2C-C^6H^3$ (1) ; CO²H ; CO-CO²H ; 4 ; 2

Acide [illegible]-tricarboxylique.

H³C CH³ ; C ; $HO^2C-C^6H^3$ (1) ; CO²H ; CO²H ; 4

Acide ionégénone-tricarboxylique.

H³C CH³ ; C ; $HO^2C-C^6H^3$ (1) ; CO-CO²H ; CO²H

Acide diméthylhomophtalique.

H³C CH³ ; C ; C^6H^4 (1) ; CO²H ; CO²H

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse nouvelle de l'érythrite, et synthèse d'une érythrite isomérique.* Note de M. G. GRINER, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Note, j'ai montré comment je suis parvenu à réaliser la synthèse d'une érythrite identique avec l'érythrite naturelle, en partant d'un carbure non saturé, C^4H^6, le butadiène 1.3 extrait des huiles légères du gaz comprimé. Les théories stéréochimiques nous indiquent que ce corps doit avoir un isomère, présentant avec l'érythrite naturelle la même relation que l'acide tartrique racémique avec l'acide tartrique inactif par nature. Il semble, *a priori*, qu'à partir du butadiène, $CH^2 = CH - CH = CH^2$, on puisse remonter aussi bien à l'érythrite inactive qu'à son isomère racémique, et ce qui venait appuyer cette manière de voir ce sont les isoméries que j'avais constatées dans les bibromures de ce carbure.

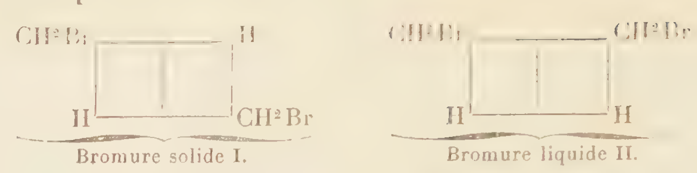
» Le présent Mémoire a pour but : 1° d'expliquer comment j'ai pu réaliser la synthèse de l'érythrite sous sa forme racémique, inconnue jusqu'à ce jour; 2° de donner une nouvelle synthèse de l'érythrite ordinaire.

» Le bibromure de butadiène obtenu par addition à très basse température d'une molécule de brome au carbure, $CH^2 = CH - CHBr - CH^2Br$, instable sous cette forme, se transforme rapidement par l'action de la chaleur (100°) en un corps solide fusible à 53°-54° et bouillant à 92°-93° sous $1^{cm},5$, auquel j'attribue la formule $CH^2Br - CH = CH - CH^2Br$. En réalisant cette transformation, on n'obtient pas seulement ce bromure, mais une petite quantité d'un autre qui est liquide et bout vers 70° sous 2^{cm}.

» Or le bromure solide donne par addition de brome le tétrabromure $C^4H^6Br^4$ décrit par M. Caventou (1) et celui-là seul, tandis que le bromure liquide ne donne que le tétrabromure de MM. Ciamician et Magnaghi (2). Ces deux tétrabromures s'obtiennent simultanément quand on traite par le brome en excès le carbure primitif (butadiène, 1.3). L'isomérie de ces deux bibromures de butadiène est analogue à celle que présentent les corps éthyléniques bisubstitués, par exemple les acides fumarique et maléique.

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. XIX, p. 145.
(2) *Berichte der deut. Chem. Ges.*, t. XIX, p. 570, et t. XX, p. 3064.

Leurs formules peuvent s'écrire



Bromure solide I. Bromure liquide II.

» Il était évident que, par l'addition de deux hydroxyles à l'aide du permanganate de potassium, on arriverait à deux dibromhydrines, l'une, celle du bromure II, identique avec celle de l'érythrite naturelle inactive, et l'autre, celle du bromure I dérivant de l'érythrite racémique inconnue.

» J'ai donc fait agir le permanganate en solution aqueuse, à 1 pour 100, successivement sur les deux bibromures dissous dans une quantité suffisante d'alcool, en maintenant le liquide en agitation constante par un courant d'acide carbonique ou d'air et en opérant à une température voisine de zéro. Après séparation des oxydes de manganèse, j'ai concentré dans le vide et épuisé par l'éther. Dans ces conditions, le bromure II m'a donné un corps A fusible à 135°, que j'ai identifié avec la dibromhydrine de l'érythrite ordinaire obtenue par M. Champion ([1]) par l'action de l'acide bromhydrique sur l'érythrite.

» Au contraire, le bromure I donne dans ces mêmes conditions un corps solide B, fusible à 83°, qui présente à l'analyse la composition de la dibromhydrine de l'érythrite $C^4H^8Br^2O^2$.

» Pour établir la formule de ce composé, je l'ai soumis à l'action de l'anhydride acétique par la méthode de M. Franchimont; le composé obtenu répond à la composition d'une dibromodiacétine $C^4H^6Br^2O^2(C^2H^2O)^2$, fusible à 96°, et différente de celle qui se prépare avec la dibromhydrine A, et qui fond à 133°-134°.

» A l'effet de remonter des dibromhydrines aux érythrites correspondantes, il y a deux procédés : l'un qui consiste à transformer en dibromodiacétines et à chauffer ces derniers composés en solution acétique avec de l'acétate d'argent pour obtenir la tétracétine correspondante. C'est le procédé dont je m'étais servi précédemment en partant du bibromure solide I, et qui m'a conduit à l'érythrite naturelle.

» Ce procédé a l'inconvénient d'exiger l'intervention d'une température assez élevée. Le second consiste à transformer les dibromhydrines en

([1]) *Zeitschrift für Chemie*, p. 348; 1871.

dioxydes par l'action de la potasse sèche, et ensuite à hydrater ces dioxydes par l'action de l'eau à une température inférieure à 100°. C'est ce que M. Przibytek [1] avait fait avec la dichlorhydrine de l'érythrite ordinaire. J'ai répété ces expériences en me servant de la dibromhydrine A, qui m'a donné le même dioxyde $\underbrace{CH^2-CH}_{O}-\underbrace{CH-CH^2}_{O}$, fondant à $-15°$ et bouillant à 49° sous 2^{cm}. Comme M. Przibytek l'a indiqué, ce dioxyde s'hydrate très facilement et conduit à l'érythrite naturelle. J'ai donc réalisé une nouvelle synthèse de l'érythrite ordinaire.

» La dibromhydrine B, en solution dans l'éther anhydre, a été additionnée à son tour, à la température ordinaire, de potasse absolument sèche et finement pulvérisée. La réaction est terminée en quelques instants. Après décantation et évaporation de l'éther, on obtient par une distillation dans le vide un liquide incolore, mobile, fusible à 4°, bouillant à 59°-60°, sous une pression de 3^{cm} de mercure. Il est soluble dans l'eau et dans l'alcool, et sa densité à 16° est 1,113. L'analyse lui assigne la formule d'un dioxyde de butadiène

$$\overbrace{CH^2-CH}^{O}-\underbrace{CH-CH^2}_{O}.$$

» Il présente du reste les réactions caractéristiques de l'oxyde d'éthylène et du dioxyde de M. Przibytek : il fixe l'acide bromhydrique gazeux à 0° en régénérant la dibromhydrine qui lui a donné naissance, et il précipite les sels de magnésium et ceux de cuivre.

» Il restait à montrer que l'hydratation du dioxyde conduisait à un isomère de l'érythrite. Cette hydratation se réalise facilement par l'action de l'eau à la température du bain-marie. On concentre ensuite dans le vide et l'on obtient une masse cristalline qu'on purifie par cristallisation dans l'alcool absolu. Les cristaux ainsi obtenus fondent à 72°; ils forment de petites houppes soyeuses ; ils sont extrêmement solubles dans l'eau et même déliquescents. Leur solubilité dans l'alcool est plus grande que celle de l'érythrite ordinaire. L'analyse assigne à ce composé nouveau la formule de l'érythrite, $C^4H^{10}O^4$. Je l'ai transformé, par la méthode de M. Franchimont, en une acétine qui fond à 53°. Elle donne à l'analyse les chiffres de la tétracétine de l'érythrite, $C^4H^6(C^2H^3O^2)^4$.

---

(1) *Berichte der deut. Chem. Gesel.*, t. XVII, p. 1092.

» Tous les faits que je viens d'énumérer montrent bien que j'ai réalisé la synthèse d'une nouvelle érythrite, présentant le même squelette d'atomes de carbone que l'érythrite ordinaire, dont elle est, par conséquent, un isomère stéréochimique. Dans une prochaine Note, je montrerai comment tous les faits que j'ai observés s'éclairent et s'enchaînent à l'aide des théories stéréochimiques de MM. Le Bel et Van't Hoff [1]. »

CHIMIE. — *Influence des dissolvants organiques sur le pouvoir rotatoire.* Note de M. P. Freundler, présentée par M. Friedel.

« Mes recherches sur les éthers tartriques du type du diacétyltartrate de méthyle m'ont amené à faire un grand nombre de mesures du pouvoir rotatoire dans divers dissolvants. J'ai opéré sur cinq éthers propyliques, en adoptant une concentration moyenne de $1^{gr},1$ dans 20^{cc}, les observations polarimétriques étant faites au moyen d'un tube de $0^{m},20$ de longueur à la température ordinaire; voici les chiffres que j'ai obtenus :

Valeurs de $(\alpha)_D$ pour la série propylique normale.

Dissolvants.	Diacétyl-tartrate.	Dipropionyl-tartrate.	Dibutyryl-tartrate.	Di *n*-valéryl-tartrate.	Di *n*-caproyl-tartrate.
Éther liquide	+13,4	+ 7,9	+ 6,0	+6,7	+2,9
Alcool absolu	+ 9,6	+ 8,0	+ 6,3	+6,6	+4,9
Acétone	+10,4	+ 9,7	+ 7,2	+8.2	+5,3
Butyrone	+ 8,5	+ 5,6	+ 3,8	+5,9	+1,3
Ligroïne	+ 6,2	+ 5,2	+ 2,6	+3,8	—0,2
Sulfure de carbone	+36,7	+35,5	+28,8	»	»
Alcool méthylique	+12,1	+11,6	+ 9,3	»	+5,4
Éther sulfurique	+ 7,6	+ 7,0	+ 4,6	»	»
Toluène	+ 3,4	+ 3,9	+ 0,6	+2,3	—2,1
Benzène	+ 1,2	+ 2,8	— 1,4	+1,1	—2,5
Chlorure de méthylène	+ 5,7	+ 4,4	+ 2,8	+2,9	»
Chloroforme	+ 1,2	+ 2,1	+ 0,1	+0,8	—2,0
Tétrachlorure de carbone	+ 3,8	+ 3,2	+ 0,6	+1,0	—1,9
Chlorure d'éthylène	+ 5,3	+ 4,8	+ 3,1	+3,2	+0,3
Chlorure d'éthylidène	+ 6,4	+ 5,3	+ 2,7	+3,6	»
Chlorure d'éthylidène chloré.	+ 6,4	+ 5,3	+ 2,3	+3,4	+0,6
Bromure de méthylène	+ 1,7	+ 1,1	— 2,4	—1,4	»
Bromoforme	— 2,6	— 2,0	— 3.8	—4,7	»
Bromure d'éthylène	+ 8,6	+ 7,2	+ 5,5	+3,5	+2,4
Bromure de propyle	»	+ 4,3	+ 2,4	»	»
Iodure de méthyle	+ 4,7	+ 3,8	+ 1,7	»	»

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Friedel, Faculté des Sciences de Paris.

» L'ensemble de ces observations me paraît démontrer mieux qu'on ne l'avait fait jusqu'ici l'influence considérable exercée par les dissolvants sur le pouvoir rotatoire; on voit, par exemple, que la valeur de $(\alpha)_D$ pour le diacétyltartrate de propyle varie de $+36°,7$ dans le sulfure de carbone à $-2°,6$ dans le bromoforme, tandis que le pouvoir rotatoire de l'éther est $+13°,4$.

» Les dissolvants oxygénés tels que l'acétone et l'alcool ont peu ou pas d'action; les dissolvants halogénés ou de la série aromatique tendent tous à diminuer la valeur de $(\alpha)_D$, et parfois même la font changer de signe. Enfin, il est à remarquer que les cinq séries d'observations suivent toutes la même allure; chaque dissolvant agit donc d'une façon à peu près constante : c'est aussi une garantie de l'exactitude des mesures.

» On a reconnu que beaucoup de ces anomalies du pouvoir rotatoire des corps dissous tenaient à deux causes :

» 1° La polymérisation de la molécule active en solution dont on a signalé quelques exemples, celui entre autres de l'acide tartrique dans l'eau (Aignan, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 951);

» 2° La combinaison du corps actif avec le dissolvant. Le cas a été souvent observé pour des dissolutions aqueuses. Je rappelle l'exemple de l'hydrate de glucose (Béchamp, *Bull. Soc. chim.*, t. IX, p. 511; Tollens, *Ber.*, t. XXVI, p. 1799). Pour les dissolvants organiques le fait est moins fréquent; je citerai seulement les combinaisons de sels d'alcaloïdes avec les alcools et le benzène (Wyrouboff, *Journal de Physique*, t. II, p. 180), celles d'essence de térébenthine avec le sulfure de carbone (Aignan, *Thèse de la Faculté de Paris*, 1893, p. 24), et enfin celles que j'ai obtenues avec le tartrate de propyle et le benzène (*Bull. Soc. chim.*, t. IX, p. 683).

» Je me suis proposé de rechercher si l'un de ces phénomènes pouvait se produire dans le cas des éthers tartriques tétrasubstitués, ou si, selon l'opinion de MM. Landolf et Oudemans, ces différences considérables étaient dues à une action spécifique du dissolvant. Dans ce but, j'ai entrepris sur la série des éthers propyliques normaux un ensemble de déterminations cryoscopiques et de mesures polarimétriques dans des solutions de benzène et de bromure d'éthylène, les seuls dissolvants dont la constante cryoscopique soit connue, et qui semblent n'avoir aucune action chimique sur les éthers tartriques. Les résultats sont les suivants :

Série propylique normale.

	Dipropionyl-tartrate.	Dibutyryl-tartrate.	Di *n*-valéryl-tartrate.	Di *n*-caproyl-tartrate.
Éther liquide $(\alpha)_D$........	+7°,9	+6°	+6°,7	+2°,9
Poids mol. théorique.	346	374	402	430
Bromure d'éthylène $(\alpha)_D$..	+7,2	+5,5	+3,5	+2,4
Poids mol. trouvé....	332	363	350	424
Benzène $(\alpha)_D$............	+2,8	−1,4	+1,1	−2,5
Poids mol. trouvé....	300	304	307	345

» Voici ce qui ressort de ces observations :

» Dans le bromure d'éthylène, la molécule des éthers tartriques est simple, sauf pour le divaléryltartrate de propyle. En outre, les valeurs fournies par les solutions coïncident avec celles données par l'éther liquide pur. Dans le benzène, au contraire, ainsi que pour le divaléryltartrate de propyle dissous dans le bromure d'éthylène, le poids moléculaire est notablement altéré, mais aussi le chiffre du pouvoir rotatoire que l'on déduit d'observations faites sur ces solutions diffère de celui observé sur l'éther liquide. Les altérations du pouvoir rotatoire ne se produisent donc que lorsque la molécule active dissoute subit elle-même une altération qui nous est révélée par les mesures cryoscopiques.

» Quant à la nature de cette altération, on voit d'emblée qu'il faut exclure la formation d'un produit de polymérisation : le poids moléculaire donné par la méthode de M. Raoult devrait être dans ce cas un multiple entier de la valeur théorique de M. Celle-ci étant généralement supérieure à la valeur trouvée, il faut admettre que : ou bien il se forme une combinaison de l'éther et du dissolvant, auquel cas on se trouve avoir pris comme valeur de p (poids de substance dissoute dans un poids P de dissolvant) un nombre trop petit, de sorte que la formule $M = \frac{cpa}{P}$ conduit en effet à une valeur trop faible de M ; ou bien encore les éthers subissent une dissociation qui ne serait pas sans analogie avec celle qu'éprouvent certains sels dissous dans l'eau. Bien que ce genre de dissociation paraisse au premier abord peu probable, diverses raisons me font penser que c'est plutôt dans ce sens que doivent être interprétées les valeurs trop faibles de M trouvées plus haut.

» Sans insister autrement sur ces raisons, dont quelques-unes ont déjà été développées (*Bull. Soc. chim.*, t. IX, p. 680), les observations que je

viens de présenter amènent à conclure que les dissolvants organiques dans lesquels le poids moléculaire des éthers tartriques n'est pas altéré se prêtent à des mesures polarimétriques qui conduisent à des valeurs normales de $(\alpha)_D$, tandis que les valeurs anormales de $(\alpha)_D$ sont obtenues avec des dissolvants qui agissent sur l'éther dissous. Il résulte de là que toutes les observations polarimétriques effectuées sur des dissolutions devront à l'avenir être contrôlées par des mesures cryoscopiques, ébullioscopiques ou autres, indiquant exactement à quel état se trouve le corps dissous; sans quoi l'on s'exposerait à attribuer à ce corps des valeurs de $(\alpha)_D$ qui se rapportent en réalité aux produits de polymérisation, d'addition ou de décomposition des corps actifs dissous [1]. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur certaines conditions chimiques de l'action des levures de bière.* Note de M. **J. Effront**, présentée par M. Duclaux.

« L'emploi des composés fluorurés dans les distilleries s'est répandu rapidement, non seulement en France, mais dans presque tous les pays de l'ancien et du nouveau continent. L'industrie en a retiré de grandes ressources et les propriétés bactéricides de ces composés à l'égard des ferments qui provoquent les fermentations lactiques, butyriques, etc., ne sont plus à contester. Il nous a paru intéressant de rechercher si le fluor avait quelque action sur le ferment alcoolique et si cette action était nuisible ou favorable.

» Nous avions reconnu antérieurement que toute dose dépassant 100^{mgr} de fluorure d'ammonium était nuisible pour l'accroissement des levures; à la dose de 300^{mgr}, celui-ci était complètement arrêté. Voulant nous rendre compte de cette perte d'activité et déterminer expérimentalement si elle était due à une espèce de paralysie momentanée du ferment ou à une modification organique, nous nous sommes livré à quelques expériences que nous allons résumer.

» Les essais furent faits avec des extraits de malt stérilisés et des levures pures : *Saccharomyces Cerevisiæ, Pastorianus I, Carlsberg et Burton.* L'influence des fluorures a été constatée par l'atténuation, par l'alcool formé et par l'augmentation du nombre des cellules.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Friedel, Faculté des Sciences de Paris.

» Nous avons introduit dans un moût frais, exempt de fluorure, les quatre races de levures qui avaient été cultivées dans un moût additionné de 300^{mgr} de fluorure d'ammonium. Ces levures, qui semblaient avoir perdu complètement leur activité, dès qu'elles se trouvèrent en contact avec le moût exempt de fluorure, reprirent immédiatement un pouvoir ferment et une puissance d'accroissement tout à fait extraordinaire.

» L'accroissement fut surtout marqué pour le *S. Cerevisiæ*. Cette race de levure, dans les conditions normales de mes fermentations, donne un accroissement moyen de une à huit cellules; dans le cas qui nous occupe, nous avons obtenu un accroissement de une à soixante-dix-sept cellules.

» Comme, dans les expériences dont nous venons de mentionner les résultats, les levures n'avaient subi l'influence des fluorures que pendant quarante-huit heures, il nous a paru intéressant d'étudier l'action prolongée des fluorures sur les levures.

» Nos premiers essais ne furent pas heureux; mais, par la suite, en modifiant notre méthode d'opérer, nous avons observé des faits d'une très haute portée. Nous nous bornerons à relater ces derniers :

» Nous avons pratiqué une première fermentation en présence de 20^{mgr} de fluorure. Après la transformation du quart du sucre contenu dans le liquide, nous avons ajouté de nouveau au moût 10^{mgr} de fluorure, et nous avons laissé la fermentation se continuer jusqu'au moment où la moitié du sucre avait disparu. A ce moment, nous avons pris 100^{cc} du moût en fermentation et nous les avons introduits dans 900^{cc} de moût frais additionné de 40^{mgr} de fluorure.

» Après disparition du quart du sucre du nouveau moût, nous l'avons additionné de 10^{mgr} de fluorure et nous avons continué à opérer comme précédemment.

» Le troisième passage de la levure se fit avec 70^{mgr} de fluorure au début. Après une série d'opérations analogues et en ajoutant la dose supplémentaire de fluorures seulement au moment de la formation des nouvelles cellules (moment qui correspond à la disparition du quart du sucre du moût) les quatre levures finirent par fermenter en présence de 300^{mgr} de fluorures.

» Elles s'étaient accoutumées, pour ainsi dire, à la dose de cet antiseptique et elles avaient acquis vis-à-vis de lui une certaine immunité qu'elles ne possédaient pas antérieurement.

» Pendant ces opérations, nous avons pu faire les observations suivantes :

» Alors qu'il fallait, pour les premières fermentations, de quatre à six jours pour amener la disparition de la moitié du sucre d'un moût d'une densité de 1,083; on obtenait, par la suite, après cinq ou six passages dans un moût contenant 300^{mgr} de fluorure, des levures beaucoup plus énergiques, provoquant très facilement des fermentations complètes.

» La reproduction de la levure est restée presque toujours en dessous de la normale. Les levures produites dans un milieu renfermant des fluorures, d'après la méthode que nous venons d'indiquer, possèdent un pouvoir ferment de beaucoup supérieur à toutes les levures connues; avec 0,1 à 0,3 de levure sèche, on parvenait à faire fermenter en trois jours un litre de moût marquant 10° Baumé.

» La levure, traitée comme il est dit plus haut, possède un pouvoir ferment au moins dix fois plus fort que les levures ordinaires. Elle a acquis également une autre particularité très précieuse, on ne doit plus la faire passer par un levain acide pour l'employer dans les distilleries; on sait que ce passage est *indispensable* pour toute autre levure.

» Ces expériences nous permettent d'affirmer que l'action des fluorures sur les levures de bière se manifeste différemment suivant la dose et surtout suivant le mode d'application; nous pouvons en conclure :

» 1° Qu'en cultivant la levure dans un moût contenant 200 à 300^{mgr} de fluorure, on affaiblit sensiblement le pouvoir d'accroissement des cellules de levures; cette action se manifeste à un degré différent sur les diverses races de levures;

» 2° Que les moûts additionnés de 200 à 300^{mgr} de fluorures peuvent servir de milieu de culture à toutes les levures de bière, sans distinction de race, et cela avec le même succès, si, au préalable, on a habitué les levures à la présence des fluorures, ce qu'on obtient facilement en procédant comme nous l'avons indiqué.

» 3° Que les levures, après un traitement avec des quantités graduellement plus élevées de fluorures, acquièrent un pouvoir ferment très considérable, que l'on peut considérer comme décuple par rapport à ce qu'il était avant le traitement fluoruré. Ce traitement a eu également pour effet d'enrichir les levures de propriétés que certains physiologistes avaient considérées jusqu'à ce jour comme des privilèges dont jouissaient certaines races, privilèges qui semblaient leur appartenir exclusivement.

» Nous ajouterons que les essais industriels faits avec des levures ainsi traitées ont donné des résultats, au point de vue du rendement en alcool, qu'on n'avait pas encore su atteindre jusqu'à ce jour par tout autre moyen. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la propagation du Pourridié de la Vigne par les boutures et les greffes-boutures mises en stratification dans le sable.* Note de M. A. **Prunet**, présentée par M. Duchartre.

« Les greffes-boutures de Vigne obtenues en greffant sur des fragments de cépages américains des rameaux de plants français sont le plus souvent conservées, de quelques jours à deux mois, dans du sable siliceux plus ou moins humide, de même que les rameaux de plants américains destinés à servir de boutures et qui ne seront greffés que l'année suivante. Cette pratique, qu'on nomme *stratification,* a pour but de retarder la végétation jusqu'au moment de la mise en place des boutures ou des greffes-boutures. En effet, le sable, abrité d'ordinaire sous un hangar ou dans un cellier, constitue un milieu peu humide, mal aéré, assez froid, et par suite peu propre à provoquer la poussée des bourgeons et la formation des racines.

» Mais le défaut d'aération, surtout avec un certain degré d'humidité, est tout à fait favorable au développement des Champignons.

» M. P. Viala a déjà signalé ([1]) le *Sclerotinia Fuckeliana* de Bary sur des greffes-boutures ainsi conservées. Les sclérotes du Champignon s'insinuant entre les surfaces de contact des greffons et des porte-greffes en empêchaient la soudure. Toutefois ce développement, s'il peut occasionner quelques pertes, n'a pas de conséquences graves, ce *Sclerotinia* étant, en dehors de ce cas, une espèce inoffensive. Le porte-greffe peut s'enraciner et être greffé l'année suivante.

» La stratification dans le sable des boutures et des greffes-boutures peut avoir des suites plus redoutables.

» Un viticulteur-pépiniériste ayant soumis cette année à mon examen une jeune vigne plantée par greffes-boutures, au printemps de 1892, et qui était manifestement en voie de dépérissement, je reconnus, sur les pieds malades ou morts, que les parties souterraines du porte-greffe étaient plus ou moins recouvertes d'une couche floconneuse presque uniforme formée de filaments mycéliens bruns, un peu rigides, flexueux, légèrement variqueux au niveau des cloisons, en relation avec d'autres filaments plus fins, incolores, qui pénétraient dans les tissus et les remplissaient plus ou

([1]) P. Viala, *Une maladie des greffes-boutures* (*Revue générale de Botanique*, t. III, p. 145; 1891).

moins. C'étaient là les caractères du mycélium du *Dematophora glomerata* Viala, qui généralement cause le Pourridié dans les sables ou les terrains sablonneux. L'observation ultérieure des conidiophores vint confirmer cette détermination. La Vigne malade faisant tache au milieu d'autres plus âgées qui étaient restées indemnes dans le même terrain, je recherchai la cause de cette anomalie. J'appris que les greffes-boutures qui avaient servi à constituer cette vigne avaient séjourné assez longtemps, avant d'être plantées, dans une cave obscure et humide, dans du sable employé depuis plusieurs années à stratifier des boutures, des greffes-boutures ou même des plants racinés. Des rameaux de Vigne et quelques plants racinés oubliés là sans doute portaient le *Dematophora glomerata* qui avait pu ainsi envahir les greffes-boutures employées pour la plantation.

» Je pus constater ensuite que parmi les boutures, greffes-boutures ou plants racinés vendus avec une entière bonne foi par ce viticulteur, certains de ceux qui avaient séjourné dans le même sable s'y étaient contaminés et que le parasite avait plus ou moins attaqué plusieurs des plantations qui en étaient issues.

» J'ai en outre examiné, chez un certain nombre d'autres viticulteurs, les sables servant à recevoir les boutures ou greffes-boutures. J'ai retrouvé dans l'un de ces sables, sur des débris de racines et des fragments de sarments, le *Dematophora glomerata* qui avait déterminé le Pourridié en deux points d'un vignoble. Enfin, chez trois autres viticulteurs, j'ai vu sur des débris organiques contenus dans les sables le *Rœsleria hypogea* Thümen, que divers botanistes croient pouvoir causer aussi le Pourridié et qui, en tout cas, est fort suspect.

» Ce qui est particulièrement grave, c'est que les plants atteints de Pourridié périssent sûrement et qu'en outre le terrain reste contaminé et impropre pour longtemps à diverses cultures. De plus, les travaux de drainage et d'assainissement, qui arrêtent souvent les progrès du Pourridié dû au *Dematophora necatrix* Hartig ou à l'*Agaricus melleus* L., ne paraissent pas influer beaucoup sur la marche du Pourridié causé par le *Dematophora glomerata*. Ces faits sont encore aggravés par cette circonstance que la contamination passera presque toujours inaperçue, car la stratification n'est pas en général assez longue pour que le mycélium externe du *Dematophora* ou les corps reproducteurs du *Rœsleria* puissent attirer l'attention par leur développement sur les plants.

» L'aération fréquente des sables, suffisant, ainsi que l'a constaté

M. Viala ([1]), pour arrêter la marche du *Sclerotinia Fuckeliana*, devra pour empêcher le développement du *Dematophora glomerata* et du *Rœsleria hypogea* être complétée par les mesures suivantes :

» Les sables destinés à recevoir des boutures, greffes-boutures ou plants racinés de Vigne, seront placés dans un lieu non humide, bien éclairé et bien aéré, de préférence sous un hangar exposé au nord; leur humidité ne dépassera pas sensiblement 10 pour 100 et ils seront soigneusement débarrassés de tout débris organique; on n'y laissera jamais séjourner les boutures ou les plants non utilisés; ils seront passés au four chaque année aussi près que possible de l'époque de leur emploi, ou, quand cette opération sera difficilement réalisable, on les étalera, pendant les grandes chaleurs de l'été, sur une aire plane, en plein soleil, et on les remuera fréquemment à la pelle. »

GÉOLOGIE. — *Sur une dislocation en forme de champignon, dans les Alpes de la Haute-Savoie.* Note de M. **Maurice Lugeon**, présentée par M. Daubrée.

« Les Préalpes suisses et chablaisiennes, déjà si étranges par l'indépendance de leurs facies, le sont aussi par une singulière structure qu'a subie une de leurs parties : la région de la brèche du Chablais. Au point de vue de la disposition stratigraphique, cette région forme une unité remarquable qui s'étend de la vallée de l'Arve au Rhône, sur une longueur de 35^{km} et sur une largeur maximum de 14^{km} (16^{km} avec un lambeau de recouvrement). Le terrain qui domine est une brèche calcaire, d'âge nettement jurassique, comme M. Renevier l'a démontré.

» La région de la brèche du Chablais *chevauche de tous les côtés* sur les régions voisines, tantôt sur les Préalpes extérieures, tantôt sur les hautes Alpes calcaires dont elle est bordée au sud-est. En quelque direction qu'on tracerait une coupe géologique, celle-ci présenterait le phénomène du double renversement anticlinal. Cette région a donc la forme d'un *gigantesque champignon* elliptique. Le pied du champignon se réduit à 4^{km} sous la Pointe-de-Grange, alors que les ailes, larges chacune de 6^{km}, chevauchent au sud-est et au nord-ouest.

» Ce pli en champignon présente un grand intérêt sur son pourtour

---

([1]) P. Viala, *loc. cit.*

sud-est, dans le val d'Illiez. Là, le déversement est inverse de celui des hautes Alpes calcaires. Le val d'Illiez, comme les Alpes glaronnaises, présente le phénomène du double pli. Ce double renversement synclinal se poursuit, plus ou moins complexe, de la vallée du Giffre (Haute-Savoie) jusqu'à la vallée de l'Aar en Suisse, sur l'énorme longueur de 120^{km}.

» La découverte d'un nouveau double pli fait tomber le différend célèbre entre MM. Heim et Vocek. Notre découverte présente ceci de particulier, que ce sont des terrains de facies et d'âge différents qui se superposent. L'hypothèse d'un pli unique venant du sud n'est pas admissible.

» La partie chevauchée montre à Collombey (vallée du Rhône) les mêmes plis secondaires, déversés au nord-ouest, des coupes de M. Heim.

» La *Schuppenstructur* de M. Suess se constate en plusieurs points (Matringe, vallée du Giffre, Tréveneusaz, val d'Illiez). A Matringe, plusieurs plans de chevauchement se confondent, par laminage des parties intermédiaires.

» Le chevauchement est parfois transgressif sur les chaînes extérieures, en ce sens que celles-ci disparaissent obliquement sous le manteau chevauchant de la région de la brèche.

» Toujours et partout c'est le facies brèche qui chevauche. Les facies littoraux du dogger et le facies coralligène du malm n'y participent pas. D'où l'hypothèse à déduire que d'anciennes conditions ont présidé au curieux plissement que nous observons aujourd'hui (phénomène de la continuité du plissement, défaut d'homogénéité des facies).

» Toutes ces constatations paraissent confirmer l'hypothèse que M. Michel-Lévy et moi donnions l'année dernière : savoir l'existence, sous les Préalpes chablaisiennes, d'un *noyau de résistance*, constitué par un éventail de roches cristallines. Par déductions analogues, on peut concevoir l'existence de semblables plissements et noyau de résistance dans les Préalpes bernoises. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un halo observé à Créteil, le* 22 *octobre* 1893; par M. **Georges Pouchet.**

« Hier dimanche, 22 octobre, à 4^h, halo visible à Créteil. Le ciel au zénith est pur, avec quelques cirrus qui paraissent très lointains. A l'ouest, l'horizon est fermé par une *panne* ou masse nuageuse uniforme, dont le bord est plus élevé vers le sud, et derrière laquelle le soleil disparaîtra bientôt.

» C'est alors que se montre, du côté du nord, une image parhélique extrêmement

intense, presque aussi brillante que le soleil à ce moment. Elle occupe le milieu d'un arc peu étendu au-dessus et au-dessous d'elle, mais d'un grand éclat aussi. L'arc a persisté après que l'image parhélique s'était éteinte. Point d'arc tangent. Rien au zénith.

» La panne de nuages occupait vers le midi la place où aurait pu se produire l'image parhélique symétrique, à l'autre extrémité du diamètre horizontal. »

M. A. **Baudoüin** adresse une Note relative aux résultats d'expériences effectuées pour obtenir la pluie, en soutirant l'électricité des nuages à l'aide d'un cerf-volant :

« Le dimanche 15 octobre, vers $5^h 15^m$, j'ai obtenu un contact avec les nuages, situés à une distance que j'évalue à 1200^m environ. A ce moment, il est survenu un brouillard *local;* puis quelques gouttes d'eau se sont mises à tomber. Dès que le contact a cessé, en rentrant le cerf-volant, tout est revenu à l'état normal à $5^h 30^m$....

» En 1876, j'ai obtenu *plusieurs fois* la pluie de la même manière, sur le plateau de El Meridj (frontière de Tunisie)... »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et Chirurgie, par l'organe de son doyen M. *Marey*, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Charcot*.

En première ligne	M. **Potain**.
En seconde ligne, par ordre alphabétique	M. **Cornil**. M. **Hayem**. M. **Jaccoud**. M. **Lancereaux**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.